水処理システムを支えるエンジニアリング技術

山口　裕介（やまぐち　ゆうすけ）　小峰　正勝（こみね　まさかつ）　佐藤　守（さとう　まもる）

1　まえがき

エンジニアリングとは「システムの構築の推進，設備の建設などのライフサイクルにかかわる手段・手法」と定義することができ，人間の知的作業に依存するところが大きい。エンジニアリング業務は，設備の高度化・大規模化に伴いその内容も急速に複雑化・大規模化し，全体コストに占めるエンジニアリング費は大きなウエートを占めるようになってきている。また，エンジニアリングの良しあしが，システム全体の品質およびコストに反映するため，エンジニアリング業務そのものが注目されるようになってきた。

近年のわが国の公共事業を取り巻く情勢において，入札契約制度の改革，国際化（GATT）対応などにより，コスト縮減や品質確保の要請などが急務になってきている。また，行政改革の一環として，各種の規制緩和や公的分野の情報化の推進が強く求められており，公共事業においてもその執行の効率化と省力化の要請が求められている。

本稿では，近年ますます重要性が増しているエンジニアリング手法・技法における CALS（Commerce At Light Speed）の適用について，建設省推進の CALS の紹介と富士電機の企業内 CALS の取組みについて紹介する。

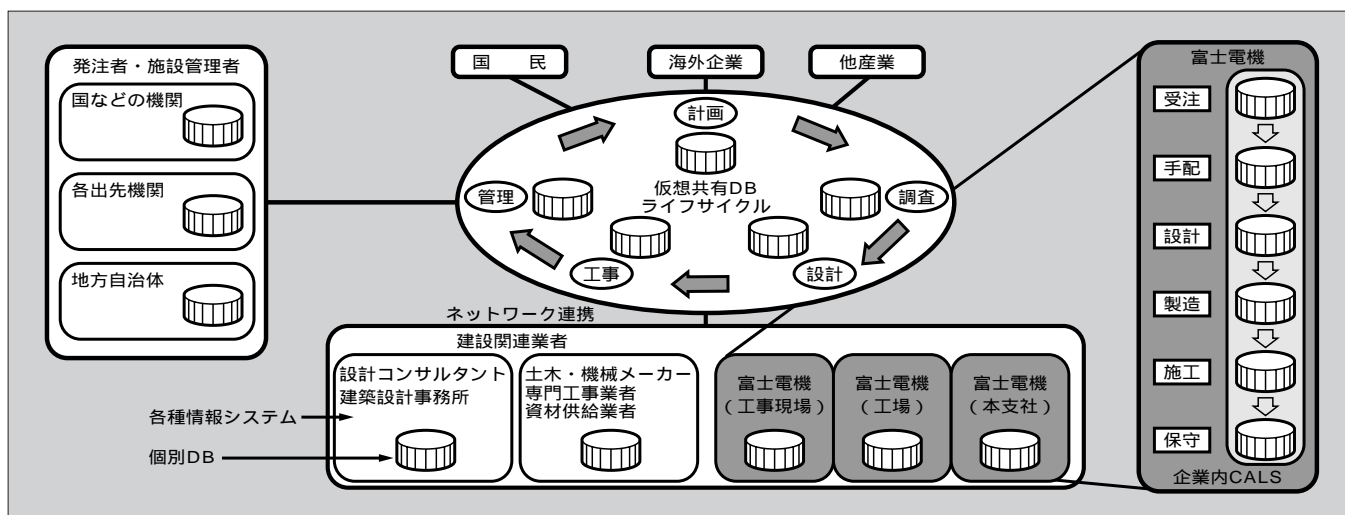
2　CALS

米国国防総省主導で始まった CALS は，その意味合いを変遷しながら，現在では民間主導による世界規模での展開がなされており，CALS は時代の潮流になっている。

日本の民間事業では，通商産業省の指導で CALS への取組みが積極的に行われており，公共事業においては，建設省が進める「公共事業支援統合情報システム研究会」において「建設 CALS/EC（Electric Commerce）整備基本構想」が取りまとめられている。

この建設 CALS は，建設事業における計画，設計・積算，入札・契約，工事・施工，維持・管理といったプロジェクトの全段階を CALS で行い，トータルコストの低減，業務の効率化，品質の向上をめざしたものであり，1997年に「アクションプログラム」が策定され，具体的な実証フィールド実験が実施されている。

図1は，公共事業における CALS と企業内 CALS のイメージである。公共事業の CALS は，官民協調によるネッ

図1　公共事業の CALS と企業内 CALS のイメージ

山口　裕介

上下水道用電気・計装システムの施工管理に従事。現在，システム事業本部公共システム事業部サイトエンジニアリング部主席。

小峰　正勝

上下水道用電気・計装システムの試験，施工管理に従事。現在，システム事業本部事業統括部施工部課長。

佐藤　守

公共分野のエンジニアリング支援システムの企画開発に従事。現在，システム事業本部公共システム事業部業務部課長。

トワーク上でのライフサイクルにかかわる業務・情報を統合的に支援できる環境である。

3　富士電機の CALS への取組み

富士電機では，通商産業省の企業間高度電子商取引推進事業の開始に伴い，CALS 技術研究組合および CALS 推進協議会に参画して，実証研究および普及・啓蒙に取り組んでいる。

また，CALS の取組みと同時に，情報化武装をキーワードに，パーソナルコンピュータ（パソコン）の一人１台化，ネットワークの拡充，全社基幹システムの再構築など情報インフラストラクチャを整備し，データの電子化・情報共有化・ペーパーレスをめざして，関係会社を含むグループ全体の業務変革を推進している。

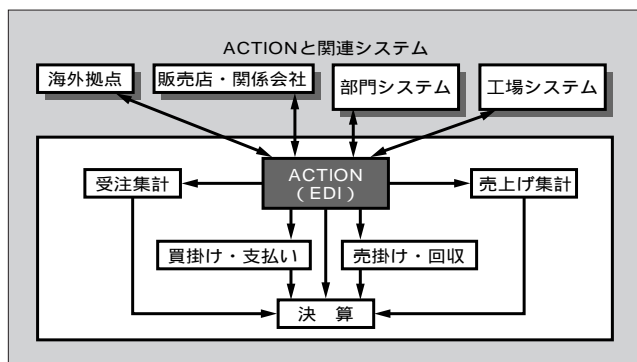
3.1　プラント品手配基幹システム

今までの富士電機のプラント品手配基幹システムは，業務のくくりごとに単機能なシステムで構成されており，システムのつなぎごとにデータの再入力が必要であったり，情報公開が部分的であるなどの問題があった。

また，これからの企業経営にあっては，営業，設計，製造，物流，現地工事などの業務を担当する関係部門の連携がますます重要となり，グループ全体のビジネスプロセスを対象とした業務変革が求められている。

このことからシステムの再構築にあたっては，新システムはグループ内の情報共有化を最大目標とし，受注生産品の F（機能），Q（品質），C（コスト），D（納期），S（安全）の向上，および間接部門の効率化を狙いとした「受注・手配・売上げ・進捗（しんちょく）管理」を支援する統合システムをめざしている。本基幹システム（ACTION）と社内各部門および関係会社の情報システムとの連携により，グループ全体の情報共有化を推進している（**図２**）。

この基幹システムは，24 時間運用を目標にホストコンピュータ，サーバ，パソコンを WAN・LAN 経由で接続した形態で構築されている。

図２　プラント品手配基幹システム（ACTION）

3.2　公共事業部門総合情報システム

公共事業部門は全国の自治体を顧客としているため，多数の営業拠点と多くの現地が点在しており，ネットワークでの業務連携が重要となっている。

全社的な情報化武装の推進により，社内ネットワークや ISDN などの社内外の通信インフラストラクチャの整備とインターネット技術，モバイル技術など情報処理技術が飛躍的に進歩したことにより，従来の業務支援システムを統合し，関係部門・現地建設事務所・関係会社を含めた総合情報システム（**図３**）を構築し，エンジニアリング業務変革の手段として情報化を推進している。

図３　公共事業部門総合情報システム

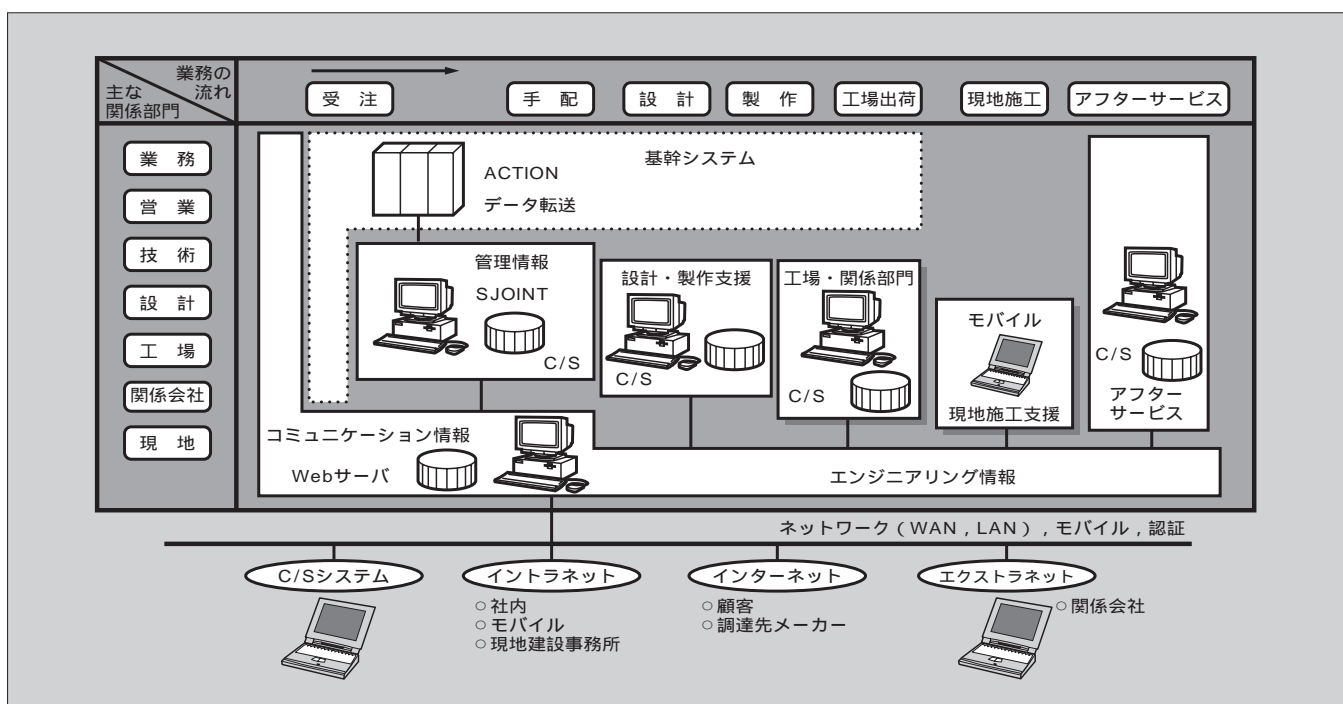



図4　公共事業部門のイントラネットホームページの例

そこで，公共事業部門では，企業内CALSとして，受注から現地施工・保守までの製品ライフサイクルにおける情報（コミュニケーション情報，管理情報，エンジニアリング情報）をコンテンツとしたイントラネット，および関係会社との情報交換・業務連携を含めたエクストラネットとして構築し，利用を開始した。

以下に本イントラネットの情報共有化について記す。

(1)　コミュニケーション情報の共有化

プロジェクトを円滑にし，参加するメンバーの意思を一つの方向に向け，プロジェクトの目的を達成するために，メンバーのコミュニケーションは重要である。ネットワーク化・ディジタル化は，情報の伝達における場所と時間の拘束をなくすことが可能である。

コミュニケーション情報共有化のため，電子メール，電子掲示板，電子会議室，スケジュール管理などをイントラネット上に構築し，情報共有化の一歩として利用している。

(2)　管理情報の共有化

個々のプロジェクトを受注から現地施工およびアフターサービスまでの一貫した業務（情報）の流れとしてとらえ，それらの業務のなかで主に事務処理業務を効率的に行う目的と，他部門と情報交換すべき情報や別業務においても流用する情報（例：受注・手配・現地情報など）を共有化する目的で，事業部内部門システム（SJOINT）を1993年に構築し，業務に適用してきた。

このシステムの構成は，データベースソフトウェアを中心に据え，ISV（Independent Software Vendor）ソフトウェアを利用したC/S（Client & Server）方式で構築され，定形的な管理情報の登録・閲覧と各種帳票の出力を可能にしている。

また，前述の基幹システムACTIONとのデータの二重入力を回避するため，手配情報はACTIONを使用し，事業部側の手配情報だけでなく工場側の情報も含め，ACTIONからSJOINTへデータを自動転送し，SJOINTで常に最新の手配データが利用できるように連携を図っている。

(3)　エンジニアリング情報の共有化

プラントシステム品を製作・施工・保守するためには，コミュニケーション情報・管理情報だけでは不十分であり，連絡書，仕様書，図面などのエンジニアリング情報が不可欠となる。

受注から現地施工までのプロセスで，上記の情報は上流工程から下流工程に加工・変換され，新しい情報が生成され膨大な量の情報へと引き継がれていく。その間に，各工程での変更や人為的ミスに対しても変更作業・管理を行わなければならない。また，システム品のエンジニアリング業務にかかわる作業量・情報量は納入システムの大規模化・複雑化に伴い，増加傾向にある。

そこで，富士電機は従来からCASE（Computer Aided System & software Engineering）技術を導入したシステムを構築し，生産性の向上と納入システムの品質向上を図ってきた。

しかし，上記の活動も社内の限られた部門での情報共有化であり，事業部・工場・現地・関係会社を含めた組織間のエンジニアリング情報の交換には，多くの労力が必要であった。また，プラントビジネスで利用する情報には，各種文書，図面，写真，ビデオ，表計算，データベースなどがあり，これらのディジタル情報の流通，および過去の資産情報のディジタル化と流通・交換については，技術的課題が多く，情報交換のための標準化を進めるEDI（Electric Data Interchange）化実現技術に期待するところが大である。

図4は公共事業部門のイントラネットのトップページである。

3.3　プロジェクトホームページ

公共事業部門のイントラネットシステムでは，受注から納入・保守までの情報をプロジェクトにかかわる全員が共有し，情報伝達のスピードアップ，情報の同時化を図り，個々のプロジェクトを円滑に推進するために，プロジェクト単位に情報の管理を行っている。

プロジェクトごとの情報は，1プロジェクト1ホームページ（**図5**）の形態をとり，このなかに共有する情報を登録・閲覧し，このホームページを見ればそのプロジェクトに関係する情報がすべて分かるようになることをめざしている。

後述の各種支援システムや管理システムで作成される情報およびコミュニケーション情報をエンジニアリングで必要なFQCDS情報として，公開掲示することで共有化を行う仕組みである。

しかし，この仕組みは情報がディジタルで作成され，パソコンなどのOA機器で扱えることが前提である。社内での情報は，仕様書，製作図面など，ワードプロセッサ・CAD化が推進されているため，ディジタル化は容易であるが，シームレスな情報の交換・再利用には至っていないのが現状である。

例えば，図面の流通では，各組織で利用してきたCADが統一されていないため，データ交換を含めた部門間の情

図５　プロジェクトホームページの例

報交換にはまだ課題が多く，また，設計部門以外はCADソフトウェアの導入はなく，必要なときにその情報を閲覧もしくは再利用できないのが現状である。

そこで，流通に適したPDF（Portable Document Format）ファイルを採用し，CAD図面，過去の紙ベースの資産もラスタから変換し，インターネット技術による情報の流通の評価を行っている。

また，C/Sシステムで登録された管理情報，データベース情報は，Webサーバとデータベースの連携により，Webブラウザを介して，プロジェクト単位にその情報の入手閲覧を可能にしている。また，閲覧情報はCSV（Comma Separated Value）形式で取り込み，表計算ソフトウェアで集計・加工の再利用を可能にし，各部門の管理業務の精度向上にも寄与している。

Webブラウザを利用したデータベースの登録機能をCGI（Common Gate Interface），Java〈注〉スクリプトで構築し，業務システムとしての利用評価も開始している。

エンジニアリング業務で共有化すべきコンテンツ・情報メディアは種々あり，そのディジタル化技術と流通における検印や確認のワークフロー技術，情報の変更管理技術およびセキュリティ技術などのCALS要素技術の進展が望まれるところである。

3.4　設計・製作支援システム

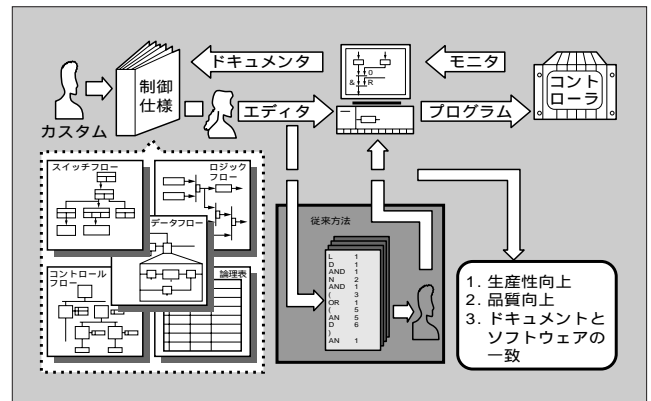
エンジニアリングにおける設計・製作・製造・試験業務については，従来から機械化・自動化が進められている。

制御システムの構築に情報機器が中心的役割を担うようになってきている現在のシステムでは，そのソフトウェアにかかわるエンジニアリングの品質向上と生産性向上がさらに望まれている。

富士電機では，水処理分野向けの監視制御システムFAINSだけでなく，他分野向け制御システムを統合的に支援できるエンジニアリング環境を構築し利用している。

本支援システムは，上流工程のエンジニアリング情報か

〈注〉Java：米国Sun Microsystems, Inc.の登録商標

図６　仕様記述からのソフトウェア生成

ら下流工程の情報を自動生成することにより，品質および効率向上をめざしている。そのため，システム設計，ソフトウェア設計，試験の工程について，

(1)　各工程の作業環境の統合化
(2)　各工程データの一元管理
(3)　ソフトウェア仕様記述表現の高水準化
(4)　仕様記述からの制御用ソフトウェアの自動生成
(5)　仕様記述からのエンジニアリング情報の抽出

を基本コンセプトとし，共通プラットホーム上に各種業務パッケージ群を統合的に利用できる環境を提供している。システム構成としては，データを一元管理するサーバとクライアントからなるC/Sシステムの形態をとっている。生成された情報はプロジェクトホームページに公開登録され，他部門へのエンジニアリング情報としての伝達と下流工程での転記・加工に利用されている。

図６に仕様記述からのソフトウェアの生成の概念を示す。

3.5　現地施工支援システム

近年，上下水道プラントの電気設備は大規模化・高機能化・複雑化しており，その工事にあたっては，現場における施工管理がますますその重要性を増している。現場においては会社を代表する立場にある「現場代理人」が施工に関する権限と責任を有し，その責務は施主から注文された工事を期間内に支障なく竣工（しゅんこう）させて，施主から満足していただくことにある。

現地施工管理業務を**図７**に示す。現場代理人はその工事遂行の目的を十分理解し，設計図，仕様書，関連法規，その他契約事項に従って工事（工程，資材，品質，労務，安全，事務，原価など）を管理する必要がある。

また，現場に常駐する現場代理人は，現場で作業する部下・作業者に対して常にリーダーシップをとって事にあたり，的確な指示・命令・指導を行うと同時に，対外的には施主・設計者・建築会社・機械メーカーに対し，綿密なる連絡をとりお互いの考え方の一致を図って工事遂行にあたる必要がある。

しかし，現場は今まで情報の孤島として扱われてきた。現地工事は，仮想的な工場のように運営されているが，工場に見られる生産合理化システムやネットワークによる業

図7　現地施工管理業務

図8　現地週間工程計画実績表のホームページの例

図9　障害情報検索のホームページの例

務支援などは技術面・コスト面からも課題が多い。

そこで，富士電機ではモバイルネットワーク環境構築に伴い，全国の公共工事のプロジェクトにおいて，社内と現地の情報をインタラクティブに情報交換できる環境を構築し，試行的利用を開始した。現地施工支援システムは，現場代理人の業務の効率化と工事に参加する関係者との情報伝達のスピードアップなどを図り，施工管理技術の質的向上とコスト削減をめざしている。

モバイル環境は，社内LANへの接続に個人認証サーバを設けることにより，セキュリティの確保とISDN・公衆回線を利用した接続形態を取り，インターネット技術を活用した情報交換手段の採用により，操作性の統一，操作の簡便性，システム全体の保守性の向上を図っている。

前述のプロジェクトホームページに，プロジェクト単位に現地の情報も集約させることで，社内と現地の情報共有化を実現し，現地での各種図面・資料などのファイル掲示・再利用を容易にしている。また，全国に分散する現地に赴く現場代理人に通知徹底するため，現場工事にかかわる法規関連情報，安全衛生に関する社内規程や業務マニュアルをディジタル化し掲示することで，最新情報が容易に取り出せるようにしている。また，配付や改定時の通知を行う社内管理部門の業務も軽減が達成でき，かつ従来の紙による郵送・宅配による流通に比し，格段のスピード革新が達成されると予想されている。

しかし，現地業務に携わるなかでの現場代理人の情報リテラシーの向上は，社内人員に比べ，その機会を含め難しい現状もあり，パソコンの操作性向上や技術革新に期待するところも大である。

図8は現地の週間工程計画実績表のホームページの例である。

3.6　保守・品質管理システム

上下水道施設は，長期にわたり常時安定稼動し，ライフラインとして人々の生活を支えなければならない。

CALSの当初の目的は，維持管理のコスト縮減である。納入設備にかかわる膨大な装置・部品の図面，取扱説明書などのドキュメントをディジタル化することで，必要な情報を必要なときに瞬時に得られる状況を構築することである。

このために，CALSでは取扱説明書などの技術文書に関するIETM（Interactive Electronic Technical Manual）などの要素技術開発も進められている。

富士電機では，顧客向けの維持管理システムを納入するとともに，障害発生を未然に防ぐ予防保全，障害発生時に迅速な障害復旧を行う事後保全，また顧客の個々の保全システムのサポートを行う保全支援などのサービスを提供している。

また監視制御システムに関しては，リモートメンテナンスシステムを構築し，通信回線による遠隔診断・障害修復と保全情報管理を支援する保守サービスも提供している。

しかし，納入後の時間経過や環境による劣化などによる障害を100％避けることができないため，その影響をいかに小さくするかがシステム設計の課題であり，納入後の障害に対し，いかに迅速に復旧・修復を行うかがメーカーのアフターサービスの基本である。

そのため，富士電機では納入品機器情報，保守情報，品質情報，修理品情報，点検情報などをデータベース化し，グループ全体として情報の共有化を推進している。システ

ムの設計段階において，類似システムの障害発生記録や保守情報を参照することで，システムの改善提案やパーツの選定などを行える環境を構築してる。

また，障害発生時においては24時間対応で，障害の第一報を迅速に社内関連部門に通知する仕組みとして，支社・サービス拠点への端末の設置を行うとともに，類似障害の検索による対応の迅速化などを情報システムを活用し実現している。

公共事業部門では，この情報をイントラネットで公開し，関係部門と広域的に品質情報の共有化を推進している。

図9は障害情報の検索画面の例である。

4　あとがき

水処理システムを支えるエンジニアリング技術について，支援システムを中心に，情報共有化の視点からその取組みについて紹介した。

「データは一度だけ作成し，何度も使う」というCALSのコンセプトは，ディジタル化された情報の閲覧・加工・変換・生成を製品・設備の全ライフサイクルにわたって行うことであり，紹介した事例は，上下水道プラント製品に対する受注から納入・保守までの企業グループ内におけるCALSである。

現在，公共事業ではISO9000S（品質ISO），ISO14000（環境ISO）の適用が検討されており，富士電機としてもISO認証の拡充を行っている。ISOを推進するための徹底した文書化（手順およびエビデンス）による書類増大にも，本CALSが有効な手段と考えられ，ISO文書管理のCALS化も進めているところである。

以上，富士電機のCALSは緒についたばかりであるが，世界規模の取組みであるCALS化実現のために，今後も企業内CALS化の推進とそのなかで養った経験・技術をCALSの普及・啓蒙に努力していく所存である。

参考文献

(1)　明野和彦：建設CALS/ECアクションプログラム，CALS Expo International 1997 論文集，p.9-13（1997）
(2)　古村紀夫ほか：電機業界を取り巻く高度情報化の動向――情報共有化への取り組み，電機，No.2，p.32-36（1998）
(3)　引地正則・林殿勉：統合エンジニアリング支援システムの

最近登録になった富士出願

〔特　　許〕

登録番号	名　　称	発明者
2744647	遠隔制御・通話装置	長島　清貴 梅原　篤樹
2744680	薄膜太陽電池の製造方法	藤掛　伸二
2745691	電圧形インバータの電流制限方式	蓑和　弘文 山添　勝 柳瀬　孝雄 石井　新一 長尾　義伸
2745698	横軸水車発電機の軸受冷却装置	東　泉
2745728	インバータの制御方法	山形　繁男 清水　敏久
2745758	漏電遮断器	岡野　芳郎
2745766	ペブルベッド型高温ガス炉	山田　正夫 早川　均
2745776	燃料電池発電システム	広田　俊夫
2745780	超電導磁石	保川　幸雄
2745783	自動販売機	古賀　恒治
2745793	真空バルブ	國分多喜雄
2745795	複数電動機の同期運転方法	長尾　義伸 松枝　弘宣
2745812	カップ式自動販売機の原料取出装置	津田　修平 佐藤　俊博 藤本　規夫
2746074	アモルファスシリコン太陽電池の製造方法	梅本　美之 飯島　正男 宮城　正英 村松　義久
2746315	波長変換装置	田沼　良平
2746324	物流設備	中村　雄有 上田恵一郎 入江　善朗 保志東洋一 川上　元造
2746325	伝導度変調型たて型MOS-FET	関　康和
2746331	プラント監視システム	鈴木　哲雄
2747098	共有資源の排他制御方式	高橋　徹